

酸化物格子における電子間相互作用と電子-格子相互作用の協力と競合

著者	石原 純夫
URL	http://hdl.handle.net/10097/39690



酸化物格子における電子間相互作用と
電子—格子相互作用の協力と競合

(課題番号 16540305)

平成 16 年度～平成 17 年度科学研究費補助金
(基盤研究 (C)) 研究成果報告書

平成 18 年 5 月

研究代表者 石原純夫
(東北大学・大学院理学研究科・助教授)

はしがき

本冊子は平成 16 年度から平成 17 年度まで科学研究費補助金（基盤研究（C））の助成の下で行われた研究成果報告書である。本研究の目的は、銅酸化物高温超伝導体やペロフスカイト型マンガン酸化物などに代表される酸化物格子において、基本的な相互作用である電子間相互作用と電子－格子相互作用との協力、競合により生じる新規な現象の探索とその起源の解明である。

本研究を通じて得られた主要な課題のひとつに、銅酸化物高温超伝導体における電子間相互作用と電子－格子相互作用の協力と競合を挙げることができる。電子間相互作用の効果は電子－フォノン相互作用のバーテックス補正として取り入れることができる。Zhang-Rice 一重項のサイト間遷移ならびにスピン間に働く超交換相互作用の変化を通して、酸素イオンの面内の振動であるハーフ・ブリージング・モードが d 波超伝導の出現を助けることを明らかにした。また非弾性中性子散乱実験で観測されているゾーン境界近傍でのフォノンの異常なソフト化を説明した。

軌道自由度が存在する酸化物格子においては、電子間相互作用とヤーン・テラー型格子変形との協力と競合が重要である。特にバナジウム酸化物において、絶縁相でヤーン・テラー型格子変形により安定していた軌道秩序が、ホールのドーピングに伴い軌道－スピン相互作用を通して不安定となることを示し、軌道秩序・磁気秩序の安定性について議論することで実験に対する解釈を与えた。また強誘電秩序と磁気秩序の共存するマルチフェロイクスにおいては、電荷、スピン、軌道の自由度におけるフラストレーションと誘電性について研究を行った。これらの成果に関係して、補助金交付期間中に二つの研究会を開催した（「 t_{2g} 軌道縮退系における新展開」2004 年 10 月 14 日-15 日（東北大学金属材料研究所）、「酸化物誘電体での電気磁気多重極子の相関現象」2005 年 12 月 11 日（東北大学多元物質研究所））。本研究成果を元に、今後の更なる研究により相関電子系の電子－格子相互作用について統一的な概念の構築が望まれる。

平成 18 年 5 月

東北大学大学院理学研究科 助教授
石原純夫

研究組織

研究代表者 : 石原純夫 (東北大学大学院理学研究科助教授)

交付決定額 (配分額)

(金額単位: 円)

	直接経費	間接経費	合計
平成 16 年度	900,000	0	900,000
平成 17 年度	800,000	0	800,000
総計	1,700,000	0	1,700,000

研究成果

(1) 学会誌等

Resonant inelastic x-ray scattering study of hole-doped manganites $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ ($x=0.2$ and 0.4)

K. Ishii, T. Inami, K. Ohwada, K. Kuzushita, J. Mizuki, Y. Murakami, S. Ishihara, Y. Endoh, S. Maekawa, K. Hirota, Y. Moritomo
Phys. Rev. B 70 224437 (2004)

Hole dynamics in spin and orbital ordered vanadium perovskites
S. Ishihara

Phys. Rev. Lett. 94 156408-1-4 (2005)

Theory and experiment of orbital excitations in correlated oxides

S. Ishihara, Y. Murakami, T. Inami, K. Ishii, J. Mizuki, K. Hirota, S. Maekawa, and Y. Endoh

New Jour. Phys. 7 119-1-24 (2005)

Electronic excitation in hole-doped $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ studied by resonant x-ray scattering

K. Ishii, T. Inami, K. Ohwada, K. Kuzushita, J. Mizuki, Y. Murakami, S. Ishihara, Y. Endoh, S. Maekawa, K. Hirota, Y. Moritomo
Jour. Phys. Chem. Solids. 66 2157-2162 (2005)

Interfacial charge transfer excitation at the interface of manganite hetero-structure

T. Satoh, K. Miyano, Y. Ogimoto, H. Tamaru, and S. Ishihara
Phys. Rev. B. 72 224403-1-4 (2005)

Randomly diluted e_g orbital-ordered systems

T. Tanaka, M. Matsumoto, and S. Ishihara
Phys. Rev. Lett. 95 267204-1-4 (2005)

Electron-phonon interaction in correlated cuprate superconductors

S. Ishihara, and N. Nagaosa

Jour. Phys. Chem. Solids 67 154-156 (2006)

Theory of diluted orbital ordered systems

T. Tanaka, M. Matsumoto and S. Ishihara

AIP Proceedings (to be published)

Spin, orbital and quasi-particle excitations in doped vanadates

S. Ishihara

AIP Proceedings (to be published)

(2) 口頭発表・ポスター発表

招待講演

遷移金属酸化物における軌道の物理

石原純夫

第5回新プロ若手の会

2004年11月4日-5日 福島

Impurity in Transition Metal Oxides

S. Ishihara

Electron-Phonon Interaction in High-Tc Superconductors

2005年1月5日-7日 AIST つくば

強相関化合物の軌道状態におけるドーピングの効果 - 動くホールと希釈効果 -

石原純夫

強相関電子系の新展開

2005年7月22日 早稲田大学 東京

Doping Effects on Orbital Order in Correlated Electron Systems - Mobile Hole and Dilution

S. Ishihara

4th International Symposium on Electronic and Atomic Structures (ISEAS-IV)

2005 年 11 月 10 日－11 日 Tamkang University Taiwan

強相関電子系の共鳴非弾性 X 線散乱－理論的アプローチ

石原純夫

第 19 回日本放射光学会年会

2006 年 1 月 7 日－9 日 名古屋大学 名古屋

Static & Dynamical Perturbation in Charge & Orbital Ordered Correlated Electron Systems

S. Ishihara

CREST International Workshop “Highlights and New Perspectives in Strongly Correlated Electronic Systems”

2006 年 1 月 11 日－12 日 東京大学 東京

国際学会発表

Electron-phonon Interaction in Correlated Cuprate Superconductors

S. Ishihara

7th International Conference on Spectroscopies in Novel Superconductors (SNS2004)

2004 年 7 月 11 日－16 日 Sitges Spain

Doped orbital states in correlated electron systems: mobile hole and dilution

S. Ishihara

Physics of strongly correlated electron systems (YKIS2004)

2004 年 11 月 1 日－19 日 京都大学 京都

Hole Dynamics in Spin and Orbital Ordered Perovskite Vanadates

S. Ishihara

4th International workshop on novel quantum phenomena in transition metal oxides (TMO2004)

2004 年 11 月 22 日－24 日 仙台

Theory of dilution effect in orbital ordered $\text{KCu}_{1-x}\text{Zn}_x\text{F}_3$

T. Tanaka, M. Matsumoto and S. Ishihara

1ST NAREGI International Nanoscience Conference

2005 年 6 月 14 日－17 日 奈良

Theory of Diluted Orbital Ordered Systems

T. Tanaka, M. Matsumoto, S. Ishihara

24th International Conference on Low Temperature Physics (LT24)

2005 年 8 月 10 日－17 日 Orland USA

Spin, Orbital and Quasi-Particle Excitations in Doped Vanadates

S. Ishihara

24th International Conference on Low Temperature Physics (LT24)

2005 年 8 月 10 日－17 日 Orland USA

国内学会発表

ペロフスカイト型バナジウム酸化物のスピン・軌道秩序相におけるホールの運動

石原純夫

日本物理学会 2004 年秋季大会

2004 年 9 月 12 日－15 日 青森大学 青森

$\text{KCu}_{1-x}\text{Zn}_x\text{F}_3$ における軌道自由度の希釈効果の理論

田中孝佳、石原純夫

日本物理学会第 60 回年次大会

2005 年 3 月 24 日－27 日 東京理科大学野田キャンパス 千葉

ペロフスカイト型 RMnO_3 における磁気フラストレーションと誘電性

石原純夫

日本物理学会 2005 年秋季大会

2005 年 9 月 19 日－22 日 同志社大学京田辺キャンパス 京都

$\text{KCu}_{1-x}\text{Zn}_x\text{F}_3$ における軌道自由度の希釈効果の理論 II

田中孝佳、松本宗久、石原純夫

日本物理学会 2005 年秋季大会

2005 年 9 月 19 日－22 日 同志社大学京田辺キャンパス 京都

量子軌道模型における希釈効果の理論

田中孝佳、松本宗久、石原純夫

日本物理学会第 61 回年次大会

2006 年 3 月 27 日－30 日 愛媛大学・松山大学 松山

RFe_2O_4 における電荷・スピン・軌道構造とフラストレーション

長野あや、石原純夫

日本物理学会第 61 回年次大会

2006 年 3 月 27 日－30 日 愛媛大学・松山大学 松山

ペロフスカイト型マンガン酸化物の電荷秩序相における光照射効果の理論

佐藤健太、石原純夫

日本物理学会第 61 回年次大会

2006 年 3 月 27 日－30 日 愛媛大学・松山大学 松山

(3) 出版物

Optical and Magnetic Properties of Metal Oxides

S. Ishihara

“Metal Oxides: Chemistry and Applications”

Edited by J. L. G. Fierro, (Talyor & Francis, 2004)

本報告書収録の学術雑誌等発表論文は本ファイルに登録しておりません。なお、このうち東北大学在籍の研究者の論文で、かつ、出版社等から著作権の許諾が得られた論文は、個別に **TOUR** に登録しております。